

DERWENT-ACC-NO: 2002-429744  
DERWENT-WEEK: 200246  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: A dielectric ceramic whose main crystal phase is made of a composite oxide of zirconium, titanium, aluminum, and at least one of niobium and tantalum

PATENT-ASSIGNEE: NGK SPARK PLUG CO LTD[NITS]

PRIORITY-DATA: 2000JP-0241665 (August 9, 2000)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
JP 2002053373	February 19, 2002	N/A
008	C04B 035/49	
A		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2002053373A	N/A	2000JP-0241665
August 9, 2000		

INT-CL (IPC): C04B035/49; H01B003/12

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2002053373A

BASIC-ABSTRACT: NOVELTY - A dielectric ceramic whose main crystal phase is made of a composite oxide of zirconium, titanium, aluminum, and at least one of niobium and tantalum.

DETAILED DESCRIPTION - The composite oxide is expressed as  $x(\text{ZrO}_2) - y(\text{TiO}_2) - z(\text{Al}(1+w)/2(\text{Nb}, \text{Ta})(1-w)/20(2 - \delta))$ , where the sum of  $x$ ,  $y$ , and  $z$  is 1, ( $x$ ) is not less than 0.30 and not greater than 0.50, ( $y$ ) is not less than 0.45 and not greater than 0.55, ( $z$ ) is not less than 0.05 and not greater than 0.25, and ( $w$ ) is not less than 0.0 and not greater than 0.5.

Best Available Copy

INDEPENDENT CLAIM is included for another recipe.

USE - Used as dielectric oscillators or band-pass filters in high frequency.

ADVANTAGE - Dielectric ceramics with dielectric constant of not less than 40, a large product of no-load quality factor and oscillating frequency, and with small temperature coefficient of oscillating frequency can be obtained.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/0

TITLE-TERMS:

DIELECTRIC CERAMIC MAIN CRYSTAL PHASE MADE COMPOSITE OXIDE  
ZIRCONIUM TITANIUM  
ALUMINIUM ONE NIOBIUM TANTALUM

DERWENT-CLASS: L03 X12

CPI-CODES: L03-A03B;

EPI-CODES: X12-E01A;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2002-122214

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2002-337818

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-53373

(P2002-53373A)

(45) 公開日 平成14年2月10日 (2002.2.10)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-リ-ト*(参考)
C 0 4 B 35/49		C 0 4 B 35/49	Z 4 G 0 3 1
H 0 1 B 3/12	3 0 4	H 0 1 B 3/12	3 0 4 5 G 3 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2000-241665 (P2000-241665)	(71) 出願人	000004547 日本特殊陶業株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(22) 出願日	平成12年8月9日 (2000.8.9)	(72) 発明者	藤井 靖大 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	大塚 淳 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
		(74) 代理人	100094190 弁理士 小島 清路

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体磁器

(57) 【要約】

【課題】 比誘電率を40以上に保ちつつ、誘電損失及び共振周波数の温度係数の絶対値は小さい誘電特性を示す誘電体磁器を提供する。

【解決手段】 複合酸化物を組成式： $xZrO_2-yTiO_2-zAl_{(1+w)/2}(Nb,Ta)_{(1-w)/2}O_{2-\delta}$ （但し、 $x+y+z=1$ ）として表した場合に、 $0.30 \leq x \leq 0.50$ 、 $0.45 \leq y \leq 0.55$ 、 $0.05 \leq z \leq 0.25$ 、 $0.0 \leq w \leq 0.5$ となるように、原料粉末を湿式粉碎混合後、スラリー化し、更に、乾燥させる。その後、仮焼して得られた仮焼粉末に成形剤を混合して湿式粉碎混合後、乾燥させた。次いで、この乾燥粉末を造粒し、成形し、大気雰囲気下、 $1350 \sim 1550^\circ\text{C}$ で2～24時間焼成して誘電体磁器を得た。得られた誘電体磁器は比誘電率40以上であり、無負荷品質係数と共振周波数の積は $13000\text{GHz}$ 以上であり、共振周波数の温度係数の絶対値は $30\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下である誘電特性を示す。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $Zr$ 、 $Ti$ 及び $Al$ と、 $Nb$ 及び $Ta$ の少なくとも一方とからなる複合酸化物を主結晶相とする誘電体磁器であって、該複合酸化物を組成式： $xZrO_2-yTiO_2-zAl_{(1+w)/2}(Nb,Ta)_{(1-w)/2}O_{2-\delta}$ （但し、 $x+y+z=1$ ）として表した場合に、 $0.30 \leq x \leq 0.50$ 、 $0.45 \leq y \leq 0.55$ 、 $0.05 \leq z \leq 0.25$ 、 $0.0 \leq w \leq 0.5$ であることを特徴とする誘電体磁器。

【請求項2】 上記 $x$ は $0.35 \leq x \leq 0.40$ であり、上記 $y$ は $0.50 \leq y \leq 0.55$ であり、上記 $z$ は $0.10 \leq z \leq 0.15$ であり、上記 $w$ は $0.0 \leq w \leq 0.2$ である請求項1記載の誘電体磁器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘電体磁器に関する。更に詳しくは、比誘電率が40以上に保ちつつ、誘電損失（無負荷品質係数と共振周波数の積は大きい方がよい）及び共振周波数の温度係数の絶対値は小さい誘電特性を示す誘電体磁器に関する。本発明の誘電体磁器は、マイクロ波領域及びミリ波領域等の高周波領域において用いられる誘電体共振器及び帯域フィルタ等に好適である。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、比誘電率は大きく、誘電損失は小さく、且つ共振周波数の温度係数の絶対値は小さいという誘電特性を必要とするマイクロ波及びミリ波等の高周波領域で使用するための誘電体磁器として種々の組成が検討されている。なかでも、主要な構成成分として少なくとも $Zr$ と $Ti$ とを含有する誘電体磁器としては $ZrTiO_4$ 系誘電体磁器や、 $ZrO_2-SnO_2-TiO_2$ 系誘電体磁器等が知られている。

【0003】例えば、特開平4-272609号公報に開示された $ZrO_2-SnO_2-TiO_2$ 系誘電体磁器の比誘電率は35前後である。また、特開平4-274107号公報に開示された $ZrO_2-CeO_2-TiO_2-La_2O_3-Al_2O_3$ 系誘電体磁器の比誘電率は38~39である。更に、特開平5-24918号公報に開示された $TiO_2-ZrO_2-SnO_2-ZnO-NiO-Ta_2O_3$ 系誘電体磁器の比誘電率は38前後である。また、特開平5-24918号公報に開示された $(Zr_{1-x}Sn_x)TiO_4$ 系誘電体磁器における比誘電率は36~39である。しかし、いずれにおいても40を超える誘電率は得られていない。一方、 $ZrTiO_4$ 系誘電体磁器は、比誘電率が42前後であることが知られているが、共振周波数の温度係数は55ppm/°Cと非常に大きい。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のように少なくとも $Zr$ と $Ti$ とを主要な構成成分として含有する誘電体

磁器においては、これまでに比誘電率が40を超え、且つ共振周波数の温度係数の絶対値を小さく抑えたものはあまり知られていない。本発明は上記問題点を解決するものであり、比誘電率は40を超え、誘電損失及び共振周波数の温度係数の絶対値は小さい誘電体磁器を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】第1発明の誘電体磁器は、 $Zr$ 、 $Ti$ 及び $Al$ と、 $Nb$ 及び $Ta$ の少なくとも一方とからなる複合酸化物を主結晶相とする誘電体磁器であって、該複合酸化物を組成式： $xZrO_2-yTiO_2-zAl_{(1+w)/2}(Nb,Ta)_{(1-w)/2}O_{2-\delta}$ （但し、 $x+y+z=1$ ）として表した場合に、 $0.30 \leq x \leq 0.50$ 、 $0.45 \leq y \leq 0.55$ 、 $0.05 \leq z \leq 0.25$ 、 $0.0 \leq w \leq 0.5$ であることを特徴とする。

【0006】上記組成式における「 $(Nb,Ta)$ 」は、 $Nb$ 及び $Ta$ のうちの少なくとも一方であることを表す。上記「複合酸化物」は、 $Zr$ 、 $Ti$ 、 $Al$ 及び $Nb$ の4種の元素の複合酸化物（以下、単に「 $Nb$ 含有複合酸化物」ともいう）、 $Zr$ 、 $Ti$ 、 $Al$ 及び $Ta$ の4種の元素の複合酸化物（以下、単に「 $Ta$ 含有複合酸化物」ともいう）、及び、 $Zr$ 、 $Ti$ 、 $Al$ 、 $Nb$ 及び $Ta$ の5種の元素の複合酸化物（以下、単に「 $Nb \cdot Ta$ 含有複合酸化物」ともいう）の合計3種の複合酸化物の少なくともいずれかである。これら3種の複合酸化物はその1種のみが誘電体磁器内に含有されていてもよく、また、2種以上が含有されていてもよい。

【0007】上記「主結晶相とする」とは、誘電体磁器中に含有される複合酸化物の合計量が、本発明の誘電体磁器全体を100質量%とした場合に、80質量%以上（より好ましくは90質量%以上）含有されることを表す。上記「 $\delta$ 」は、通常、0~0.125であり、上記組成式の第3項 $\{zAl_{(1+w)/2}(Nb,Ta)_{(1-w)/2}O_{2-\delta}\}$ における金属元素のモル比を1とした場合に、酸素のモル比は僅かに2よりも少なくなっていることを意味する。

【0008】上記組成式においては、第2発明のように $0.35 \leq x \leq 0.40$ 、 $0.50 \leq y \leq 0.55$ 、 $0.10 \leq z \leq 0.15$ 、 $0.0 \leq w \leq 0.2$ であることがより好ましい。 $x$ が0.30未満であると共振周波数の温度係数の絶対値を30ppm/°C以下に保つことが困難となり、0.50を超えると比誘電率が40以上に保つことが困難となり好ましくない。また、 $y$ が0.45未満であると比誘電率が40以上に保つことが困難となり、0.55を超えると共振周波数の温度係数の絶対値を30ppm/°C以下に保つことが困難となり好ましくない。更に、 $z$ が0.05未満又は0.25を超えると共振周波数の温度係数の絶対値を30ppm/°C以下に保つことが困難となり好ましくない。また、 $w$ がマ

イナスの値になると共振周波数の温度係数の絶対値を30ppm/℃以下に保つことが困難となり、0.5を超えると比誘電率を40以上に保つことが困難となり好ましくない。

【0009】第1発明の誘電体磁器によると、比誘電率は40以上（通常45以下）、無負荷品質係数と共振周波数の積は13000GHz以上（通常20000GHz以下）、共振周波数の温度係数の絶対値は30ppm/℃以下である誘電特性を得ることができる。更に、第2発明の誘電体磁器によると、比誘電率は42以上（通常45以下）、無負荷品質係数と共振周波数の積は14500GHz以上（通常20000GHz以下）、共振周波数の温度係数の絶対値は20ppm/℃以下である誘電特性を得ることができる。

【0010】尚、上記に示した比誘電率、無負荷品質係数と共振周波数の積及び共振周波数の温度係数の各誘電特性は、直径14mm、高さ7mmの円柱形状に研磨した誘電体磁器を平行導体板型誘電体共振器法を用い、測定周波数3～5GHzで、TE<sub>011</sub>モードにより測定した比誘電率、無負荷品質係数、共振周波数及び共振周波数の温度係数の値を用いるものとする。

【0011】また、誘電損失の評価は、誘電損失の逆数である無負荷品質係数（Q）と、共振周波数（f）との積（Qf）により行っているが、無負荷品質係数と共振周波数の積と誘電損失とは反比例する値であり、無負荷品質係数と共振周波数の積が大きいほど誘電損失は小さい。このような方法で評価を行った理由は以下の通りで\*

\*ある。即ち、共振周波数の変動は測定毎に避けられない。これに対して、無負荷品質係数と共振周波数との積を用いた場合は、変動による測定値への影響を小さくできる。このため、より正確な誘電損失を評価することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施例によって具体的に説明する。

（1）誘電体磁器の製造

表1～5に示す実験例1～53の組成となるように、市販のジルコニア粉末、チタニア粉末、アルミナ粉末、酸化ニオブ粉末及び酸化タンタル粉末（いずれの粉末も純度は99.9%以上のものを使用）の各々所定量を秤量し、これらの粉末をボールミルに投入し、エタノールを加えて湿式粉碎混合し、スラリーを得た。次いで、得られたスラリーを乾燥させ、1000～1200℃で2～4時間仮焼した。その後、得られた仮焼粉末を再びボールミルに投入し、エタノール、分散剤及びワックス系バインダを加えて湿式粉碎混合し、得られたペーストを乾燥させた。その後、この乾燥粉末を造粒した後、20MPaの圧力下、直径20mm、厚さ10mmの円柱状の予備成形体とした後、更に、冷間等方静水圧プレス法処理（CIP）を行うことで本成形体を得た。次いで、これらの本成形体を大気雰囲気下、1350～1550℃で2～24時間焼成して誘電体磁器を得た。

【0013】

【表1】

表1

実験例	組成式の係数				酸化物換算含有量(モル)				酸化物換算含有量(質量)			
	x	y	z	w	Zr (mol%)	Ti (mol%)	Al (mol%)	Nb (mol%)	Zr (wt%)	Ti (wt%)	Al (wt%)	Nb (wt%)
*1	0.450	0.550	0.000	0.00	45.0	55.0	0.0	0.0	55.8	44.2	0.0	0.0
*2	0.500	0.500	0.000	0.00	50.0	50.0	0.0	0.0	60.7	39.3	0.0	0.0
*3	0.550	0.450	0.000	0.00	55.0	45.0	0.0	0.0	65.3	34.7	0.0	0.0
**4	0.400	0.550	0.050	0.00	41.0	58.4	1.3	1.3	50.4	44.9	1.3	3.4
**5	0.450	0.500	0.050	0.00	46.1	51.3	1.3	1.3	55.5	38.9	1.3	3.3
**6	0.500	0.450	0.050	0.00	51.3	46.1	1.3	1.3	60.3	35.2	1.2	3.3
*7	0.345	0.555	0.100	0.00	36.4	58.4	2.6	2.6	44.3	46.2	2.6	6.9
*8	0.375	0.525	0.100	-0.20	39.5	55.3	2.1	3.1	47.1	42.7	2.1	8.1
*9	0.375	0.525	0.100	-0.10	39.5	55.3	2.3	2.9	47.3	42.9	2.3	7.5
10	0.375	0.525	0.100	0.00	39.5	55.3	2.6	2.6	47.5	43.1	2.6	6.8
11	0.375	0.525	0.100	0.05	39.5	55.3	2.7	2.5	47.5	43.2	2.8	6.5
12	0.375	0.525	0.100	0.10	39.5	55.3	2.9	2.3	47.6	43.3	2.9	6.2

【0014】

※ ※【表2】

表2

実験例	組成式の係数				酸化物換算含有量(モル)				酸化物換算含有量(質量)			
	x	y	z	w	Zr (mol%)	Ti (mol%)	Al (mol%)	Nb (mol%)	Zr (wt%)	Ti (wt%)	Al (wt%)	Nb (wt%)
13	0.375	0.525	0.100	0.20	39.5	55.3	3.1	2.1	47.9	43.4	3.2	5.5
** 14	0.375	0.525	0.100	0.50	39.5	55.3	3.9	1.3	48.5	44.0	4.0	3.5
* 15	0.375	0.525	0.100	0.75	39.5	55.3	4.5	0.7	49.0	44.5	4.7	1.8
* 16	0.445	0.445	0.110	0.00	47.1	47.1	2.9	2.9	54.5	35.4	2.8	7.3
** 17	0.410	0.470	0.120	0.00	43.6	50.0	3.2	3.2	51.0	37.9	3.1	8.0
* 18	0.285	0.565	0.150	0.00	30.8	61.0	4.1	4.1	37.3	48.0	4.1	10.6
19	0.350	0.500	0.150	0.00	37.8	54.0	4.1	4.1	44.5	41.2	4.0	10.3
* 20	0.425	0.425	0.150	0.00	45.9	45.9	4.1	4.1	52.3	33.9	3.8	10.0
* 21	0.285	0.515	0.200	0.00	31.6	57.2	5.6	5.6	37.2	43.4	5.4	14.0
** 22	0.335	0.465	0.200	0.00	37.2	51.6	5.6	5.6	42.6	38.4	5.3	13.7
** 23	0.300	0.450	0.250	0.00	34.3	51.5	7.1	7.1	38.5	37.5	6.7	17.3
* 24	0.250	0.460	0.300	0.00	29.4	53.0	8.8	8.8	32.7	38.1	8.1	21.1
* 25	0.000	0.000	1.000	0.00	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0	27.7	72.3

【0015】

\* \* 【表3】

表3

実験例	組成式の係数				酸化物換算含有量(モル)				酸化物換算含有量(質量)			
	x	y	z	w	Zr (mol%)	Ti (mol%)	Al (mol%)	Ta (mol%)	Zr (wt%)	Ti (wt%)	Al (wt%)	Ta (wt%)
* 26	0.450	0.550	0.000	0.00	45.0	55.0	0.0	0.0	55.8	44.2	0.0	0.0
* 27	0.500	0.500	0.000	0.00	50.0	50.0	0.0	0.0	60.7	39.3	0.0	0.0
* 28	0.550	0.450	0.000	0.00	55.0	45.0	0.0	0.0	65.3	34.7	0.0	0.0
** 29	0.400	0.550	0.050	0.00	41.0	58.4	1.3	1.3	49.3	43.9	1.3	5.5
** 30	0.450	0.500	0.050	0.00	46.1	51.3	1.3	1.3	54.3	39.1	1.2	5.4
** 31	0.500	0.450	0.050	0.00	51.3	46.1	1.3	1.3	59.1	34.4	1.2	5.3
* 32	0.345	0.555	0.100	0.00	36.4	58.4	2.6	2.6	42.3	44.2	2.5	11.0
* 33	0.375	0.525	0.100	-0.20	39.5	55.3	2.1	3.1	44.7	40.5	2.0	12.8
* 34	0.375	0.525	0.100	-0.10	39.5	55.3	2.3	2.9	45.0	40.9	2.2	11.9
35	0.375	0.525	0.100	0.00	39.5	55.3	2.6	2.6	45.4	41.2	2.5	10.9
36	0.375	0.525	0.100	0.05	39.5	55.3	2.7	2.5	45.6	41.4	2.6	10.4
37	0.375	0.525	0.100	0.10	39.5	55.3	2.9	2.3	45.8	41.6	2.8	9.8

【0016】

※ ※ 【表4】



表4

実験例	組成式の係数				酸化物換算含有量(モル)				酸化物換算含有量(質量)			
	x	y	z	w	Zr (mol%)	Ti (mol%)	Al (mol%)	Ta (mol%)	Zr (wt%)	Ti (wt%)	Al (wt%)	Ta (wt%)
38	0.375	0.525	0.100	0.20	39.5	55.3	3.1	2.1	46.2	41.9	3.1	8.8
** 39	0.375	0.525	0.100	0.50	39.5	55.3	3.9	1.3	47.4	43.0	3.9	5.7
* 40	0.375	0.525	0.100	0.75	39.5	55.3	4.5	0.7	48.4	44.0	4.7	2.9
* 41	0.445	0.445	0.110	0.00	47.1	47.1	2.9	2.9	52.1	33.7	2.7	11.5
** 42	0.410	0.470	0.120	0.00	43.6	50.0	3.2	3.2	48.4	38.0	2.9	12.7
* 43	0.285	0.565	0.150	0.00	30.8	61.0	4.1	4.1	34.9	44.8	3.8	16.5
44	0.350	0.500	0.150	0.00	37.8	54.0	4.1	4.1	41.7	38.6	3.7	16.0
* 45	0.425	0.425	0.150	0.00	45.9	45.9	4.1	4.1	49.1	31.8	3.8	15.5
* 46	0.285	0.515	0.200	0.00	31.6	57.2	5.6	5.6	34.0	39.7	4.9	21.4
** 47	0.335	0.465	0.200	0.00	37.2	51.6	5.6	5.6	39.1	35.2	4.8	20.9
** 48	0.300	0.450	0.250	0.00	34.3	51.5	7.1	7.1	34.8	33.6	8.0	25.8
* 49	0.250	0.450	0.300	0.00	29.4	53.0	8.8	8.8	28.7	33.4	7.1	30.8
* 50	0.000	0.000	1.000	0.00	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0	18.7	81.3

【0017】

\* \* 【表5】

表5

実験例	組成式の係数					酸化物換算含有量(モル)					酸化物換算含有量(質量)				
	x	y	z	w	Nb:Ta	Zr (mol%)	Ti (mol%)	Al (mol%)	Nb (mol%)	Ta (mol%)	Zr (wt%)	Ti (wt%)	Al (wt%)	Nb (wt%)	Ta (wt%)
10	0.375	0.525	0.100	0.00	1.00 : 0.00	39.5	55.3	2.6	2.6	0.0	47.5	43.1	2.6	6.8	0.0
51	0.375	0.525	0.100	0.00	0.75 : 0.25	39.5	55.3	2.6	2.0	0.6	46.9	42.6	2.6	5.1	2.8
52	0.375	0.525	0.100	0.00	0.50 : 0.50	39.5	55.3	2.6	1.3	1.3	46.4	42.2	2.6	3.3	5.5
53	0.375	0.525	0.100	0.00	0.25 : 0.75	39.5	55.3	2.6	0.6	2.0	45.9	41.7	2.5	1.7	8.2
35	0.375	0.525	0.100	0.00	0.00 : 1.00	39.5	55.3	2.6	0.0	2.6	45.4	41.2	2.5	0.0	10.9

【0018】尚、表1～5における\*は第1発明の範囲外であることを示し、\*\*が第2発明の範囲外であることを示す。

【0019】(2) 誘電体特性の評価

(1) で得られたすべての誘電体磁器を前記のように、直径14mm、高さ7mmの同一サイズに研磨加工した。その後、研磨加工した誘電体磁器を平行導体板型誘電体共振器法を用い、測定周波数3～5GHzで、TE※

※<sub>011</sub>モードにより比誘電率、無負荷品質係数、共振周波数及び共振周波数の温度係数(温度範囲: 25～80℃)を測定した。この結果を比誘電率(表中 $\epsilon_r$ )、無負荷品質係数と共振周波数の積(表中 $Qf$ )、共振周波数の温度係数(表中 $\tau_f$ )として、表6～表8に示した。

【0020】

【表6】

表6

実験例	$\epsilon_r$	$Q_f$ (GHz)	$\tau_f$ (ppm/°C)
* 1	41.8	11600	43.8
* 2	42.0	12000	55.0
* 3	40.0	11900	41.2
** 4	42.5	13800	15.9
** 5	41.2	13200	0.9
** 6	40.5	14100	23.7
* 7	46.1	14100	55.7
* 8	43.0	15000	31.0
* 9	42.9	15600	26.1
10	42.4	14900	12.2
11	42.3	15500	9.9
12	42.2	16000	8.4
13	42.5	15700	8.2
** 14	41.0	14200	5.4
* 15	39.8	13300	1.9
* 16	39.1	11500	-2.9
** 17	40.2	15100	-4.6
* 18	48.1	13300	75.4
19	42.8	14700	15.2
* 20	38.2	11600	-18.2
* 21	47.2	13500	61.8
** 22	40.8	15400	-6.3
** 23	42.4	14500	20.8
* 24	43.5	14500	31.3
* 25	11.7	11600	-89.2

【0021】

\* \* 【表7】



表7

実験例	$\epsilon_r$	$Q_f$ (GHz)	$\tau_f$ (ppm/°C)
* 26	41.6	11600	43.8
* 27	42.0	12000	55.0
* 28	40.6	11400	47.2
** 29	42.6	14100	20.2
** 30	40.9	13700	5.9
** 31	40.1	14700	29.1
* 32	46.8	15600	64.9
* 33	43.6	16000	35.0
* 34	42.8	18100	30.5
35	42.4	15900	17.2
36	42.5	15800	15.4
37	42.3	15800	14.6
38	42.0	15300	14.4
** 39	40.5	14200	11.4
* 40	39.7	13500	8.9
* 41	37.3	17000	-2.3
** 42	40.0	15800	2.1
* 43	47.1	14700	80.1
44	42.2	15100	19.3
* 45	37.1	12600	-14.8
* 46	46.1	15000	69.0
** 47	40.6	17200	16.3
** 48	41.4	15200	26.2
* 49	43.1	14900	36.7
* 50	10.3	47000	-82.3

【0022】

\* \* 【表8】

表8

実験例	$\epsilon_r$	$Q_f$ (GHz)	$\tau_f$ (ppm/°C)
10	42.4	14900	12.2
51	42.4	15200	13.5
52	42.4	15400	14.7
53	42.4	15600	15.9
35	42.4	15900	17.2

【0023】尚、表6～表8における\*は第1発明の範囲外であることを示し、\*\*が第2発明の範囲外であることを示す。

【0024】表6～表8の結果より、第1発明の誘電体磁器であり、Nb含有複合酸化物を主結晶相として含有する誘電体磁器では、比誘電率が40.2～42.8、無負荷品質係数と共振周波数の積が13200～16000GHz、共振周波数の温度係数が-6.3～23.7ppm/°Cである誘電体磁器が得られている。また、第1発明の誘電体磁器であり、Ta含有複合酸化物を主結晶相として含有する誘電体磁器では、比誘電率が40.1～42.5、無負荷品質係数と共振周波数の積が13700～17200GHz、共振周波数の温度係数が2.1～29.1ppm/°Cである誘電体磁器が得られている。

【0025】更に、第2発明の誘電体磁器であり、Nb※50

※含有複合酸化物を主結晶相として含有する誘電体磁器では、比誘電率が42.2～42.8、無負荷品質係数と共振周波数の積が14700～16000GHz、共振周波数の温度係数が8.2～15.2ppm/°Cである優れた誘電特性を発揮できる誘電体磁器が得られている。また、第2発明の誘電体磁器であり、Ta含有複合酸化物を主結晶相とする誘電体磁器では、比誘電率が42.0～42.5、無負荷品質係数と共振周波数の積が15100～15900GHz、共振周波数の温度係数が14.4～19.3ppm/°Cである優れた誘電特性を発揮できる誘電体磁器が得られている。

【0026】尚、本発明においては、上記の具体的実施例に示すものに限られず、目的、用途に応じて本発明の範囲内で種々変更した実施例とすることができる。即ち、上記実施例ではZr、Ti、Al、Nb及びTaの

13

原料として酸化物を用いているが、この他にも焼成後に第1発明及び第2発明の複合酸化物が得られれば、炭酸塩、水酸化物等を用いてもよい。

【0027】更に、Zr、Ti、Al、Nb及びTa以外にも、誘電体磁器全体を100モル%とした場合に2モル%以下のMn、Mg、Fe、Zn、W及びBのうちの少なくとも1種を含有することができる。また、これらの元素は、誘電体磁器中において粒界相に含有されていても、第1発明及び第2発明にいう各複合酸化物中に含有されていてもよい。これらの元素の添加により誘電

14

特性を更に向上させることが可能である。特に、Mnを含有する場合は製造時の焼成工程においてTiの還元を防止する効果が認められるため焼成時間を短縮することができる。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、比誘電率は40以上である一方、無負荷品質係数と共振周波数との積が大きく、即ち誘電損失が小さく、且つ共振周波数の温度係数の絶対値が小さい優れた誘電特性を有する誘電体磁器を得ることができる。

---

フロントページの続き

(72)発明者 大林 和重  
名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
陶業株式会社内

Fターム(参考) 4G031 AA11 AA12 AA14 AA29 BA09  
5G303 AA02 AA10 AB06 AB08 AB11  
BA12 CA01 CB01 CB21 CB33  
CB35 CB39

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image  
problems checked, please do not report these problems to  
the IFW Image Problem Mailbox.**

---